

**SUMMARY OF THE INVENTION**

The present invention provides a gaseous deposition source for providing a deposition material that emanates from a crucible having multiple thin film heating elements thereon each pair of which is separated by an insulating layer. The deposition source may have a crucible having a cover thereon with one or more apertures therein and one or more heating elements on that cover about such an aperture. These heating elements are thin film heating elements, and further such elements can be provided about the crucible as a source of heating for the deposition material therein. Multiple ones of these heating elements can be provided in layers for each with an insulating layer therebetween. Substrate heaters can also be formed with such heating elements on a base.

◎ 公表特許公報 (A)

平5-503317

◎ 公表 平成5年(1993)6月3日

◎ Int. Cl.<sup>8</sup>  
C 23 C 14/24

識別記号

序内整理番号  
7308-4K

審査請求 未請求  
予備審査請求 有

部門 (区分) 3 (4)

(全 9 頁)

◎ 発明の名称 堆積ヒーター

◎ 特 願 平2-513187  
◎ 出 願 平2(1990)9月7日

◎ 翻訳文提出日 平4(1992)3月12日  
◎ 国際出願 PCT/US90/05074  
◎ 国際公開番号 WO91/04348  
◎ 国際公開日 平3(1991)4月4日

優先権主張 ◎ 1989年9月13日 ◎ 米国 (US) ◎ 406,785

◎ 発 明 者 チャウ、ローレン エー。 アメリカ合衆国、55343 ミネソタ州、ミネトンカ、パイアネス  
ロード 2317  
◎ 出 願 人 チャウ、ローレン エー。 アメリカ合衆国、55343 ミネソタ州、ミネトンカ、パイアネス  
ロード 2317

◎ 代 理 人 弁理士 平木 道人 外1名  
◎ 指 定 国 A T (広域特許), B E (広域特許), C A, C H (広域特許), D E (広域特許), D K (広域特許), E S (広域特許), F R (広域特許), G B (広域特許), I T (広域特許), J P, L U (広域特許), N L (広域特許), S E (広域特許)

請求の範囲

1. 内部に初期の格で供給される材料から複数の開口を通しでガス状の材料流を発生することのできる材料堆積ソースであって、該ソースは、

内部に上記初期の格の上記材料を選択的に配置することのできる閉じ込めシェル手段を有し、該閉じ込めシェル手段は流れ開口を有している、堆積手段と、

上記閉じ込めシェル手段の上記流れ開口を覆うように上記堆積手段に対して適合することができる開口カバー手段とを含む、

上記開口カバー手段は、各々選択された配向および断面形状を有する複数の貫通開口を有し、さらに上記開口付近を選択された温度に維持できるように上記開口の選択されたものの回りおよびそれらの間に第1の薄膜電気加熱素子が形成されている材料堆積ソース。

2. 上記開口カバー手段は凸形状の表面を有し、そこを貫通して上記開口が延びている請求項1記載の装置。

3. 上記開口は上記開口カバー手段の表面を貫通して延び、該表面と直角以外の角度で交差している請求項1記載の装置。

4. 上記開口カバー手段上に、第2の薄膜電気加熱素子が、

上記開口の選択されたものの回りおよびそれらの間であって、かつ上記第1の薄膜電気加熱素子の上方に、絶縁層によって該第1の薄膜電気加熱素子から分離されて設けられている請求項1記載の装置。

5. 上記開口カバー手段は、その上に形成された薄膜熱電対手段を有している請求項1記載の装置。

6. 上記開口カバー手段は、上記第1の薄膜電気加熱素子の大部分を支持している上記開口カバー手段の部分から離れる方向に延びる半島状の第1のタブ部分を有し、上記第1の薄膜電気加熱素子の一部は上記第1のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されている請求項1記載の装置。

7. 上記堆積手段中の上記閉じ込めシェル手段は、その回りに形成され、かつ上記閉じ込めシェル手段の内部部分および該内部部分中に配置された上記材料を加熱できるように位置づけられた第2の薄膜電気加熱素子を支持している請求項1記載の装置。

8. 上記開口カバー手段上に、第2の薄膜電気加熱素子が、上記開口の選択されたものの回りおよびそれらの間であって、かつ上記第1の薄膜電気加熱素子の上方に、絶縁層によって

該第1の薄膜電気加熱要素から分離されて設けられている請求項2記載の装置。

9. 上記開口カバー手段上に、第2の薄膜電気加熱要素が、上記開口の選択されたものの回りおよびそれらの間であって、かつ上記第1の薄膜電気加熱要素の上方に、絶縁層によって該第1の薄膜電気加熱要素から分離されて設けられている請求項3記載の装置。

10. 上記開口カバー手段は、上記第1および第2の薄膜電気加熱要素の大部分を支持している上記開口カバー手段の部分から離れる方向に延びる半島状の第1のタブ部分を有し、上記第1の薄膜電気加熱要素の一部は上記第1のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されるとともに、上記開口カバー手段はまた、上記第1および第2の薄膜電気加熱要素の大部分を支持している上記開口カバー手段の部分から離れる方向に延びる半島状の第2のタブ部分を有し、上記第2の薄膜電気加熱要素の一部は上記第2のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されている請求項4記載の装置。

11. 上記閉じ込めシェル手段は、上記第2の薄膜電気加熱

上記閉じ込めシェル手段の上記流れ開口を置かうように上記増熱手段に対して適合することができる開口カバー手段とを有し、

上記開口カバー手段は、実質的に上記増熱手段の内部領域中へ延びる1つの貫通開口をその一部分に有し、さらに上記開口付近を選択された温度に維持できるように上記開口の回りに第1の薄膜電気加熱要素が形成されている材料堆積ソース。

15. 上記開口カバー手段上に、第2の薄膜電気加熱要素が、上記開口の回りであって、かつ上記第1の薄膜電気加熱要素の上方に絶縁層によって該第1の薄膜電気加熱要素から分離されて設けられている請求項15記載の装置。

17. 上記開口カバー手段は、上記第1の薄膜電気加熱要素の大部分を支持している上記開口カバー手段の部分から離れる方向に延びる半島状の第1のタブ部分を有し、上記第1の薄膜電気加熱要素の一部は上記第1のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されている請求項15記載の装置。

18. 上記増熱手段中の上記閉じ込めシェル手段は、その回りに形成され、かつ上記閉じ込めシェル手段の内部部分およ

び要素の大部分を支持し、かつその部分から離れる方向に延び出た半島状の第1のタブ部分を有し、上記第2の薄膜電気加熱要素の一部は上記第1のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されている請求項7記載の装置。

12. 上記閉じ込めシェル手段は、その上に形成された薄膜熱電対手段を有している請求項7記載の装置。

13. 上記増熱手段中の上記閉じ込めシェル手段は、その回りに、上記第2の薄膜加熱要素の上方に絶縁層によって該第2の薄膜加熱要素から分離されて形成された第3の薄膜電気加熱要素を支持している請求項7記載の装置。

14. 上記電気リード線は高温セラミックコンパウンドによって上記第1および第2のタブ部分に結合されている請求項10記載の装置。

15. 内部に初期の形で供給される材料から開口を通してガス状の材料流を発生することのできる材料堆積ソースであって、該ソースは、

内部に上記初期の形で上記材料を選択的に配置することのできる閉じ込めシェル手段を有し、該閉じ込めシェル手段は流れ開口を有している増熱手段と、

び該内部部分中に配置された上記材料を加熱できるように位置づけられた第2の薄膜電気加熱要素を支持している請求項15記載の装置。

19. 上記開口カバー手段は、その上に形成された薄膜熱電対手段を有している請求項15記載の装置。

20. 上記開口カバー手段は、上記第1および第2の薄膜電気加熱要素の大部分を支持している上記開口カバー手段の部分から離れる方向に延びる半島状の第1のタブ部分を有し、上記第1の薄膜電気加熱要素の一部は上記第1のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されるとともに、上記開口カバー手段はまた、上記第1および第2の薄膜電気加熱要素の大部分を支持している上記開口カバー手段の部分から離れる方向に延びる半島状の第2のタブ部分を有し、上記第2の薄膜電気加熱要素の一部は上記第2のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への接続に適合されている請求項15記載の装置。

21. 上記増熱手段中の上記閉じ込めシェル手段は、その回りに、上記第2の薄膜加熱要素の上方に絶縁層によって該第2の薄膜加熱要素から分離されて形成された第3の薄膜電気

加熱要素を支持している請求項18記載の装置。

22. 内部に初期の相で供給される材料からガス状の材料流を発生することのできる材料堆積ソースであって、該ソースは、

内部に上記初期の相の上記材料を選択的に配置することのできる閉じ込めシールド手段を有し、該閉じ込めシールド手段は流れ開口を有している増幅手段と、

上記閉じ込めシールド手段によってその回りに支持され、上記閉じ込めシールド手段の内部部分および該内部部分中に配置された材料を加熱できるように位置づけられた第1の薄膜電気加熱要素と、

上記閉じ込めシールド手段によってその回りであって、かつ上記第1の薄膜電気加熱要素の上に、絶縁層によって該第1の薄膜電気加熱要素から分離されて支持されている第2の薄膜電気加熱要素を含む材料堆積ソース。

23. 上記閉じ込めシールド手段は、上記第1および第2の薄膜電気加熱要素の大部分を支持し、かつその部分から離れる方向に延び出る半島状の第1のタブ部分を有し、上記第1の薄膜電気加熱要素の一部は上記第1のタブ部分上に延び、そこで電気エネルギー源への接続に適合した電気リード線への

接続に適合されている請求項22記載の装置。

24. 上記電気リード線は高温セラミックコンパウンドによって上記第1のタブ部分に結合されている請求項23記載の装置。

25. 第1の主要表面を有するプレート手段と、

上記第1の主要表面上に配置された第1の薄膜電気加熱要素と、

上記第1の薄膜電気加熱要素の上に、絶縁層によって該第1の薄膜電気加熱要素から分離されて上記第1の主要表面上に設けられた第2の薄膜電気加熱要素を含む、後述の間中比較的均一な熱を基底に供給するための基底ヒーター。

## 明 細 書

発明の名称

堆積ヒーター

発明の詳細な説明

発明の背景

本発明は堆積 (デポジション: deposition) ソース、より詳細には、選択された材料の上質な薄膜を作るためのソースに関する。

近年、薄膜を用いた電子および磁気デバイスが市場でますます重要になってきている。そのような膜の成膜精度に対する要求も増しているため、そのような膜を高精度で作るための多くの方法が開発されている。その中には化学蒸着法、分子ビーム・エビタキシー法などが含まれる。

そのような方法の成功は、選択された基底上に堆積または沈積すべき原子または分子のソースである噴射セル (effusion cell) にかかりの温度まで依存する。このような噴射セルは、典型的には、高真空中に維持されている開高温に耐えることのできる高純度材料で作られた増幅 (crucible) を有する。前記ビームを形成すべき材料は、通常異相以外の相でその中に入れられる。ビーム形成材料をガ

ス状態に変換することが要求されるセルの普通の使用法においては、増幅構成材料は、1500°Cのオーダーの高温および典型的には10<sup>-10</sup> トールの真空中で使用できるように選択される。基底上に堆積されている層が著しく汚染されるのを避けるためには、そのような材料からのアウトガス、およびそのような温度および真空中での分解が、いずれも回避されなければならない。基底に衝突する種々の原子および分子の存在および密度は、堆積中の層の組成に直接的な影響を及ぼす。

噴射セルから選択された基底に衝突する原子または分子ビームのフラックスは、セルの堆積内に入っているビーム材料の蒸気圧の直接 (direct) 関数である。この蒸気圧はさらに、増幅内の温度に依存し、しかもフラックスが温度に対して指数的な関係を有するので相対的に強く依存する。したがって、幾分の一度の温度でもビームフラックスを著しく変化させることができる。その結果、堆積すべき層の組成および厚みを再現可能にするためには、増幅を一定の温度に正確に維持することが必要とされる。

しかし、増幅内を前述のような一定温度に維持すること、および増幅構造からのアウトガスまたは分解による汚染を回

避することには幾多の困難がある。現在の増熱ソースは、典型的には増熱の回りに増熱から一定距離だけ離して配置された蛇行導電性加熱要素を有し、増熱の加熱はほとんど伝導のないうような深域で主に放射によって行われる。このような加熱要素は、しばしば増熱の形状に適合しない形状となるように拘束されるために、加熱効率の低下をもたらす。加えて、その結果ヒーター温度は増熱を昇温することが望まれる温度よりかなり高くなり、その状態ではヒーター要素からのアウトガスが増え、また寿命も短くなる。加熱要素に不均一な空間分布がある増熱にホット領域とコールド領域ができ、様々な温度の達成が困難になる。

そのような増熱に許容される設計選択は、加熱要素を増熱の回りに配置する際に考慮することが必要な要件によってしばしば制限される。増熱は通常ビームが射出すべき位置に比較的大きな開口を有し、その結果その開口を通して相当の放射損失が起こり、その付近の増熱内部温度が低下する。この状態は、増熱の内部に供給されているビーム形成材料の不均一な加熱をもたらす。従って、内部により均一な温度を維持できる増熱を提供する増熱ソースが望まれている。加えて、使用中に構成要素から放出されるアウトガスの少ない増熱ソ

ースを提供することが望まれている。さらに、指向性の良い材料ビームを発生することのできるソースが望まれている。加熱された基板が用いられる増熱プロセスにおけるさらに別の関心事は、その加熱の一様性およびその加熱のために使用されているヒーターからのアウトガスである。

#### 発明の概要

本発明は、各対が絶縁層によって分離された複数の薄膜加熱要素をその上に有する増熱からガス状の増熱材料を発生させる増熱ソースを提供する。増熱ソースはその上にカバーを覆える増熱を有することができ、該カバーは1または複数の開口を備え、また該開口の回りのカバー上に1または複数の加熱要素を有する。これらの加熱要素は薄膜加熱要素であり、さらにそのような要素を増熱内の増熱材料のための加熱基として増熱の回りに設けることができる。これらの加熱要素の複数のものを、各々の間に絶縁層をはさんだ層状のものとして構成することができる。基板ヒーターもベース上のそのような加熱要素で形成することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、構成要素を互いに分離し、一つの構成要素の一部を除去した本発明の一実施例の断切図、

第2図は、分離して示された構成要素を結合した状態で示す第1図の断面図、

第3図は、第2図の一部の部分断面図、

第4図は、本発明の一構成要素の上図面、

第5図は、第4図の一部の部分断面図、

第6図は、第4図の一部の代案の断面図、

第7図は、本発明の別の実施例の第2図に相当する断面図である。

#### 好適実施例の詳細な説明

第1図は、噴射セルに使用される高温増熱10、および増熱10から分離して示されているそのカバー11の斜視図である。増熱10は、底部に一對の電気端子部分12および13を覆える幾分円錐形のものとして、第1図には示されている。加えて、第1図の増熱は内層および熱電対手段14を見せるために外層の一部を切除して示されている。

同様に、カバー11はそこから延びる4つの端子部分15、16、17および18とともに示されている。加えるに、カバー11は、直通する複数の開口19を有する。

第1図の構造物の断面図が、カバー11を増熱10上に配置した状態で第2図に示されている。増熱10は、壁厚が典

型的には1、0mmの高純度の熱分解(pyrolytic)窒化ホウ素で作られた、内側の円錐形状の閉じ込めセルすなわち閉じ込め容器20から形成されている。この壁厚は、上述のような、使用時の高温状態でセル20に適切な強度を付与するのに十分である。セル20は選択された相で内部に供給される選択された材料の溶融物21を有し、加熱によってそこから蒸発が起こりカバー11を通るガス状拡散の基礎が与えられる。ある場合には、材料21は適当なソースからセル20の内部にすでにガス状態で供給され、セル内でさらに加熱される。セル20の外側には、セル20の外側表面上およびその周りに膜状に配置された第1層加熱要素22が形成されている。セル20の半島状のタブ部分が加熱要素22の一部を伴って底部から外側に延び、電気的端子部分12を形成する。

加熱要素22は周知の化学蒸着法を用いてセル20の外側表面上に付着された熱分解グラファイトで作られ、その増熱は0、1から数ミルの典型的厚さになるまで連続されて加熱要素22の厚さが定められる。熱分解グラファイトの増熱の後、得られたグラファイト表面は周知のプロセスによって選択的にマスキされ、選択された非マスク部分はこれも周知

のプロセスを用いてエッチング除去される。その結果、シェル20の外側表面上およびその回り、ならびに端子部分12を含む増幅10の上に螺旋状に配置されたヒーター要素22が形成される。他のヒーター位置形状を代りに用いることもできる。

加熱要素22の選択された厚さは、通常幾何学的制約によって加熱要素に負わされた制限のもとでの電気的な考察および熱的不整合の考察によって定められる。加熱要素22の全低抵抗は、電圧によって両端に供給される電圧の値に適合し、しかるべく定められた加熱要素の厚さで十分な加熱が保証されるような値に選択される。

加熱要素22は、同様に周知の化学蒸着法によって再度形成された熱分解窒化ホウ素でできた電気絶縁層23によって包まれている。絶縁層23は、加熱要素22と絶縁層23の外側表面上に設けられるべき導体との間に電気的短絡を形成することのあるピンホールが形成することを防ぐのに十分な1.0から数ミルの厚さに堆積される。さらに、絶縁層23は、たとえ加熱要素22およびそのような他の外側表面導体が非常に大きな電圧差で動作されたとしても、絶縁破壊が生じないように十分に厚くなければならない。

シェル20に固着した熱源によるこの均一な加熱は、加熱要素22および24が他の方法によるよりも低い温度で動作することを許容し、従ってこれらのヒーターの寿命を延長する。加えるに、これらのヒーターからのアウトガスが減少するので、選択された基板上に堆積される層の汚染が少ない。

第1層加熱要素22および第2層加熱要素24は、電気的に互いに並列に動作させることも、あるいは互いに直列に動作させることもできる。あるいは、各々を互いに独立に動作させることもよい。多層ヒーター（2層以上設けることもできる）の使用は、一層の加熱要素をいかに幅広くまたは厚くできても限界のある空間的な制約および熱的不整合の問題がたとえあったとしても、所望の実際の抵抗が得られるように加熱要素の結合体に対する電気的パラメータを調整することを許容する。

第1図および第2図の装置は、ただ2つの端子部分12および13が利用可能なものとして示されているので、電気的直列装置として示されている。これは、加熱要素24の一部が絶縁層23を貫通するようにした“フィードスルー”の使用によって、内側加熱要素22と電気的に接続可能とされている。それは第2図の右上部図に示されており、さらに第2

次に、第2層加熱要素24が、再び周知の化学蒸着法を用いて絶縁層23上に設けられる。再び、熱分析グラファイトがヒーター要素24として堆積され、次にシェル20に最も近い加熱要素22の連続するループ間の少なくとも間隙上に位置して加熱要素24が低くなるようにその堆積物がマスクされエッチングされる。このようにして加熱要素24は、加熱要素22の隣接するループ間の間隙中に熱を導き、全体としてシェル20の内側表面に沿ったより均一な熱源となり、シェルの内部およびシェルの内部に入っている溶融物およびそこから蒸発したガスとしての初期燃焼の材料1に熱を与える。

加熱要素24の微小部分は、シェル20から外側に形成された半球状のタブ部分上に突出して設けられ、端子部分13を形成する。ワイヤーの外側結合は、酸化イットリウム、ジルコニアおよび窒化ケイ素を配合した既知の結合化合物など的高温セラミック結合コンパウンドを用いて一方を他方に結合することにより、この端子部分および端子部分12で行うことができる。あるいはその代りに、高温ファスナーを用い、各ファスナーを図示されている孔に挿入することにより、外部ワイヤーをこれらの端子部分に結合させることができる。

図の一部の拡大断面図である第3図に詳細に示されている。この電気的相互接続が、端子部分12および13の間で内側加熱要素22および外側加熱要素24を電気的直列状態にする。

内側加熱導体22および外側加熱導体24に適切な電流を流すことにより増幅10の運転中に到達された温度は、第1図の左側および第2図のシェル20の左側に図示されている薄膜熱電対14の存在を介して正確にモニターすることができる。熱電対14を構成するための重畳した一対の薄膜の導体間に各々接続された一対のワイヤーは、第2図に熱電対から延長して図示されている。

シェル20の外側のこれらの構造は全て、最後に既知の化学蒸着法を用いて、1.0から数ミルの厚さに再び堆積された熱分解窒化ホウ素の保護層25によって保護される。保護層25は、その下の外側導体24が外気に曝されるとき、後に増幅の運転温度でアウトガスとして放出されることがあるガス状不純物を保護するのを防ぐ。さらに、外側ヒーター24中の熱分解グラファイトは、保護層25がなければ、真空中に蒸気された後でさえもその近くに出現する蒸気分子と反応することがある。シェル20の外壁上に図示されている

全ての構造は、明瞭にするために厚さを非常に誇張して図示されていることに注意すべきである。

第1図および第2図のシェル2 0の外側に示されているこの構造は、選択の問題としてそこに位置づけられて図示されている。代わりに、まったく同様の構造をシェル2 0の内側に設けることができる。加熱導体2 2および2 4は、シェル2 0から延びている1 2および1 3のような端子部分に近くように、シェル2 0の上縁部を結んでまたはシェル2 0を貫通して十分延長することができる。

増塊1 0は、第1図および第2図には円錐状の形状で図示されているが、他の形状も可能であり、閉じ込め容器の内壁または外壁上に直接堆積された厚膜ヒーターの使用によって、なお一層実現可能になる。閉じ込め容器は、例えば、噴射開口の近くに細くて開放したネックを持たせて花びら状の形状に形成することによって、堆積開口を通る前の流れを絞ることができる。容器は、そこから噴射開口を形成するように“じょうご”状に閉じ、それによって出力開口を通る放射損失を減少させる。そのような構造にした場合の温度均一性は、増塊1 0の“絞” (necked down) 部分の近くに内側加熱要素2 2または外側加熱要素2 4を設けることによって高め

スが完了する前または完了した後のいずれかに行うことができる。

第2図および第4図に示されているように、内側加熱要素2 2' および外側加熱要素2 4' の尖々の間隔は、その上にカバー1 1が作られている基板から下向きに外方に延びている半島状のタブ部分に配置された対応する一対の端子部分の上に達している。外側加熱要素2 4' の両端部は端子部分1 5および1 7上で終わっている。外側配線の結合は、高温セラミックコンパウンドを用いて互いに結合することによってこれらの端子部分で行うことができる。あるいは、高温ファスナーを用い、そのファスナーを図示されている孔に挿入することにより、外面配線をこれらの端子部分に結合することができる。上述の熱電対1 4と同じ種類の別個の薄膜熱電対をカバー1 1中に設けることができる。

カバー1 1の使用は増塊1 0の開口からの放射損失を著しく減少させ、増塊1 0の内側のビーム形成材料をいたる所一定温度に非常に近い状態に保つ。このようなカバーを増塊1 0中の気相材料の噴射開口すなわち出口上に配置すると、増塊中にならぬ高い蒸気圧が発生され、それは比較的に均一な

られる。さらに、この細い開口を通る“じょうご”状に閉じた部分にも加熱要素を設けることができ、それは増塊の絞られた部分から噴射するガス状材料に添着分子ビームの形成に役立つであろう。

そのような結果を達成するためのより直接的な手段は、第1図に図示され、また第2図および第4図にさらに詳しく図示されている穴開きカバー1 1を用いることである。第4図は、貫通する開口1 9を有するカバー1 1の上面図である。開口1 9の周りの基板2 0' 上には、破線で示されている内側加熱要素2 2' およびそれと異なる破線で示されている外側加熱要素2 4' を含むさらに2つの厚膜加熱要素が形成されている。これら2つの加熱要素は、熱分解窒化ホウ素からなる絶縁層2 3' によって同様に分離されており、加熱要素2 2' はカバー1 1に用いられている熱分解窒化ホウ素基板上に直接形成されている。再び、熱分解窒化ホウ素外側保護層2 5' が、第2図および第4図に示されているその下の構造を保護している。

カバー1 1に使用される基板2 0' 上へのこの構造の形成は、増塊1 0を形成する際のシェル2 0の外側構造の形成と同じ方法で行われる。開口1 9の形成は、そのようなプロセス

温度と相俟って、一定かつ再現可能な分子ビームフラックスを発生させ、その結果より一様な堆積が得られる。

カバー1 1の設置は、ビーム形成材料の“スピルティング” (spitting) “または”スピリング” (spilling) “を防止するストップとして作用する。そのような現象は、内部に閉じ込められたガスまたは表面の揮発性コンパウンド (compounds) によって、あるいは蒸気圧力で増塊の壁に陥って“はい上がり” (creeping) “材料によってさえもビーム形成材料中に発生し、選択された基板上に堆積されている薄膜中にしばしば欠陥を生じさせる。このようにして、カバー1 1の設置は、上述のような望ましくない結果を排除する。

カバー1 1上に独立して設けられた内側加熱要素2 2' および外側加熱要素2 4' は、カバー1 1を増塊1 0と異なる温度、特に増塊1 0より高い温度で動作させることを可能にする。カバー1 1をそのような高温にすると、ビームフラックスに望ましくない変化を容易に与える。開口1 9から噴射しているビーム形成材料の凝縮が防止される。さらに、保護層2 5' による加熱要素2 2' および2 4' の保護は、加熱要素2 2' および2 4' を薄膜堆積中の基板に直接露出させないようにする。このことによって、これらの加熱要素の加

熱によって生じる不純物が堆積中の膜に混入されることが回避される。

第5図および第8図は、材料ビームの空間分布を制御するための、カバー11またはそこに設けられた開口19の形状の2つの例を示す。第5図は、平坦な熱線のカバープレート11中に形成された開口19を示している。しかし、この熱線における開口19は、開口19を透って突出するビーム形成材料がビームを収束させるような速度成分を有するように、カバー表面の熱線に対してある角度をなしてカバー表面に交差している。これに対して、開口19をカバー11の表面の対応する局所的熱線に平行にした状態で、カバー11も増幅10の内部に対して凸形状とすることができる。この場合も同様に、ビームは噴散セルから離れた点に収束するようになる。

第7図には、基板20上に形成された代替のカバープレート11'が示され、このカバープレート11'は、絶縁層23'によって分離され、保護層25'でその上を被覆された内側加熱要素22'および外側加熱要素24'を有する。加熱要素22'および24'は、第2図および第4図におけるように相互に大略直線ではなく、むしろ一方が他方の開

部分間の間隙に位置しており、相互に大略平行である。第7図では、内側加熱要素22'は端子部分15'に終わる端部を有し、外側加熱要素24'は端子部分17'に終わる端部を有する。これらの構造部分の各々は、第1図および第2図に示されている対応する構造部分と同様に形成される。

単一の開口19'がカバー11'の中心部分に、増幅10の内部に向かって内側に延びる切頭円錐として形成されている。開口19'に対するこの配置も、材料ビームに指向性および十分な体積の流れを与えることができる。加えてそれが増幅10の内部に位置しているために、ある状況においては、この開口位置でより均一な加熱を行うことができる。

もし開口19を省略すると、カバー11は材料の堆積を行うべき基板を加熱するための平板ヒーターとして用いることができる。複合加熱要素22'および24'は、この構造全体にわたる非常に優れた温度均一性を与える。さらに、最終構造における加熱要素の被覆は、そこからのアウトガスの発生を防ぐ。

本発明を好適実施例を参照して説明したが、この技術に熟練したものは、本発明の精神および範囲を逸脱することなく、その態様および細節を変更できることを理解するであらう。

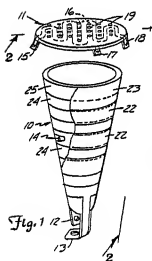


Fig. 3

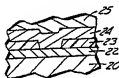


Fig. 5

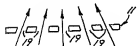


Fig. 6

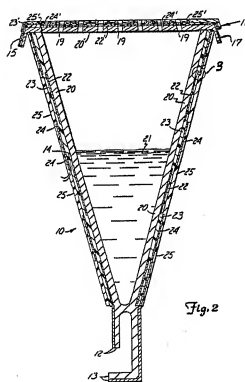
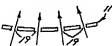


Fig. 2



